1. NALOGA: PREKLOPNI SPOJ

Dimenzioniraj preklopni spoj v pasnici, ki je bolj obremenjena. Določi debelino tv in dolžino vezne pločevine ter velikost, število in razporeditev vijakov. Upoštevaj, da število vijakov na skici ni nujr enako potrebnemu številu vijakov!

OBREMENITEV: $N_{Ed} := 500kN$ $M_{Ed} := 250kN \cdot m$

GEOMETRIJA: $b_f := 250mm$ $t_f := 15mm$ $h_w := 350mm$ $t_w := 10mm$ $L := 10m$

MATERIAL: $f_y := 35.5 \frac{kN}{cm^2}$ $f_u := 49 \frac{kN}{cm^2}$ $f_{ub} := 80 \frac{kN}{cm^2}$

DIMENZIONIRANJE:

Razdelitev obtežbe na posamezne elemente:

Moment:

$$I_y := 2 \cdot b_f \cdot t_f \cdot \left(\frac{h_w}{2} + \frac{t_f}{2} \right)^2 + \frac{h_w^3 \cdot t_w}{12} = 2.855 \times 10^4 \cdot cm^4$$

$$I_{wy} := \frac{h_w^3 \cdot t_w}{12} = 3.573 \times 10^3 \cdot cm^4$$

$$M_{yw} := \frac{I_{wy}}{I_y} \cdot M_{Ed} = 31.284 \cdot kN \cdot m$$

$$M_{fEd} := M_{Ed} - M_{yw} = 218.716 \cdot kN \cdot m$$

Osna sila:

$$A := 2 \cdot b_f \cdot t_f + h_w \cdot t_w = 110 \cdot cm^2$$

$$A_f := b_f \cdot t_f = 37.5 \cdot cm^2$$

$$N_{fEd} := \frac{A_f}{A} \cdot N_{Ed} = 170.455 \cdot kN$$

Najbolj obremenjena pasnica:

$$F_{fEd} := N_{fEd} + \frac{M_{fEd}}{h_w + t_f} = 769.677 \cdot kN$$

Določitev števila vijakov in razporeditev vijakov:

Izberem M24 $A_s := 3.53cm^2$ $d := 24mm$ $d_0 := 24mm + 2mm = 26 \cdot mm$

$$e_1 := 2 \cdot d_0 = 52 \cdot mm$$

$$p_1 := 3 \cdot d_0 = 78 \cdot mm$$

$$e_2 := 1.5 \cdot d_0 = 39 \cdot mm$$

$$p_2 := b_f - 2 \cdot e_2 = 172 \cdot mm$$

Kontrola strižne nosilnosti vijaka:

$$n_v := \frac{F_{fEd} \cdot 1.25}{0.6 \cdot f_{ub} \cdot A_s} = 5.678$$

Kontrola bočnih pritiskov:

Izberem tv: $t_v := t_f = 15 \cdot mm$

$$k_1 := \min\left(2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 1.4 \cdot \frac{p_2}{d_0} - 1.7, 2.5\right) = 2.5$$

$$\alpha_b := \min\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}, \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}, \frac{f_{ub}}{f_u}, 1\right) = 0.667$$

$$n_b := \frac{F_{fEd} \cdot 1.25}{k_1 \cdot \alpha_b \cdot f_u \cdot d \cdot \min(t_f, t_v)} = 3.272$$

Število vijakov:

$$n := \max(n_b, n_v) = 5.678$$

$$n := \mathrm{round}(n + 0.5, 0) = 6$$

Kontrola neto nosilnosti:

$$F_{nRd} := \frac{0.9(b_f - 2 \cdot d_0) \cdot t_v \cdot f_u}{1.25} = 1.048 \times 10^3 \cdot kN$$

Vezna pločevina:

$$l_v := 4 \cdot e_1 + 5mm + 2 \cdot \left(\mathrm{round}\left(\frac{n}{2}\right) - 1\right) \cdot p_1 = 525 \cdot mm$$

2. NALOGA: ČELNI SPOJ STEBER - PREČKA

Za podano silo P_{Ed} preveri nosilnost vijačenega spoja. Kontrolo vijakov na bočni pritisk lahko izpustiš, ker zaradi debelin čelne pločevine in pasnice stebra ni merodajna. Določi tudi potrebno debelino kotnih zvarov med prečko in čelno pločevino.

OBREMENITEV: $P_{Ed} := 140kN$

GEOMETRIJA: $b_f := 250mm$ $t_f := 15mm$ $h_w := 350mm$ $t_w := 10mm$ $L := 2m$

$t_w := 25mm$

M24 $A_s = 3.53 \cdot cm^2$ $d := 24mm$ $d_0 := d + 2mm = 26 \cdot mm$

$e := 60mm$ $p := 0.5(h_w - 2 \cdot e_1) = 123 \cdot mm$ $r := 30mm$

MATERIAL: $f_y := 35.5 \frac{kN}{cm^2}$ $f_u := 49 \frac{kN}{cm^2}$ $f_{ub} := 80 \frac{kN}{cm^2}$

DIMENZIONIRANJE:

Določitev sile v najbolj obremenjenem vijaku:

$$a_1 := e + 0.5 \cdot t_f = 6.75 \cdot cm$$

$$a_2 := a_1 + p = 19.05 \cdot cm$$

$$a_3 := a_2 + p = 31.35 \cdot cm$$

$$a_4 := a_3 + 2 \cdot e + t_f = 44.85 \cdot cm$$

$$F_{max} := \frac{P_{Ed} \cdot (L + t_v) \cdot a_4}{2 \cdot \left(a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + a_4^2\right)} = 186.831 \cdot kN$$

Kontrola natezne nosilnosti:

$$F_{tRd} := \frac{0.9 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{1.25} = 203.328 \cdot kN$$

Določitev velikosti zvarov:

Upogibni moment razdelim na pasnice, strižno silo pa na stojino:

$$F_{fEd} := \left(\frac{P_{Ed} \cdot L}{h_w + t_f}\right) = 767.123\, kN$$

$$F_{wEd} := P_{Ed} = 140 \cdot kN$$

Nosilnost zvara:

$$f_{vwd} := \frac{f_u}{\sqrt{3} \cdot 0.8 \cdot 1.25} = 28.29 \cdot \frac{kN}{cm^2}$$

Zvar a_1:

$$a_1 := \frac{F_{fEd}}{2 \cdot b_f \cdot f_{vwd}} = 5.423 \cdot mm \qquad a_1 := round\left(\frac{a_1}{mm} + 0.5\right) = 6$$

$$a_1 := \max(3, a_1) \cdot 1mm = 6 \cdot mm$$

Zvar a_2:

$$a_2 := \frac{F_{wEd}}{2 \cdot (h_w - 2 \cdot r) \cdot f_{vwd}} = 0.853 \cdot mm \qquad a_2 := round\left(\frac{a_2}{mm} + 0.5\right) = 1$$

$$a_2 := \max(3, a_2) \cdot 1mm = 3 \cdot mm$$

Določitev napetosti v zvarih:

$$I_y := 2 \cdot \frac{(h_w - 2 \cdot r)^3 \cdot a_2}{12} + 2 \cdot \left[b_f \cdot a_1 \cdot \left(\frac{h_w}{2} + t_f\right)^2 + b_f \cdot a_1 \cdot \left(\frac{h_w}{2}\right)^2\right] = 2.124 \times 10^4 \cdot cm$$

Napetost v zvaru a_1:

$$z := \frac{h_w}{2} + t_f = 19 \cdot cm$$

$$n := \frac{P_{Ed} \cdot L \cdot z}{I_y} = 25.051 \cdot \frac{kN}{cm^2}$$

Napetost v zvaru a_2:

$$z := \frac{h_w - 2 \cdot r}{2} = 14.5 \cdot cm$$

$$n := \frac{P_{Ed} \cdot L \cdot z}{I_y} = 19.118 \cdot \frac{kN}{cm^2}$$

$$vII := \frac{P_{Ed}}{2 \cdot (h_w - 2 \cdot r) \cdot a_2} = 8.046 \cdot \frac{kN}{cm^2}$$

$$\sqrt{n^2 + vII^2} = 20.742 \cdot \frac{kN}{cm^2}$$